

**Translation of Priority Certificate**



**PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT**

**This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.**

**Date of Application:**                      **August 7, 2000**

**Application Number:**                      **Patent Application  
No. 2000-239207**

**Applicant(s):**                                      **ORGANO CORPORATION**

**June 6, 2001**

**Commissioner, Patent Office  
Kozo Oikawa**

**Priority Certificate No. 2001-3052948**

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application: 2000年 8月 7日

出 願 番 号

Application Number: 特願2000-239207

出 願 人

Applicant(s): オルガノ株式会社

2001年 6月 6日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造

出証番号 出証特2001-3052948

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-OR-00120

【提出日】 平成12年 8月 7日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01N 30/96  
B01J 47/14

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都江東区新砂 1 丁目 2 番 8 号 オルガノ株式会社内

    【氏名】 伊藤 智章

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都江東区新砂 1 丁目 2 番 8 号 オルガノ株式会社内

    【氏名】 藤田 雅司

【特許出願人】

    【識別番号】 000004400

    【氏名又は名称】 オルガノ株式会社

    【代表者】 橋本 勉

【代理人】

    【識別番号】 100092303

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三浦 進二

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 056155

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 9004778

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 陰イオン交換樹脂の性能評価方法及び装置並びに復水脱塩装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 イオン交換処理装置のイオン交換樹脂塔の出口水の無機態炭酸濃度を測定することにより、前記イオン交換樹脂塔に使用されている陰イオン交換樹脂の性能を評価することを特徴とする陰イオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項 2】 前記イオン交換樹脂塔の入口水の無機態炭酸濃度をも測定することを特徴とする請求項 1 に記載の陰イオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項 3】 無機態炭酸濃度を連続的又は間欠的に測定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の陰イオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項 4】 前記イオン交換樹脂塔の入口水と出口水の無機態炭酸濃度の測定値から前記陰イオン交換樹脂の無機態炭酸に対する M T C（物質移動係数）を算出し、該 M T C に基づいて陰イオン交換樹脂の動的性能及び／又は劣化度合を評価することを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の陰イオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項 5】 前記 M T C より陰イオン交換樹脂の劣化度合を評価し、該陰イオン交換樹脂の交換時期、該陰イオン交換樹脂の寿命、採水可能量などを判定することを特徴とする請求項 4 に記載の陰イオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項 6】 前記イオン交換樹脂塔の入口水を採取でき、且つ、前記イオン交換樹脂塔のイオン交換樹脂層高より低い層高、好ましくは前記イオン交換樹脂塔のイオン交換樹脂層高の 1 / 2 以下の層高に前記イオン交換樹脂塔に用いているものと同一のイオン交換樹脂を充填したミニカラムを設置し、該ミニカラムの入口から前記イオン交換樹脂塔の入口水の一部を通水する様にして、陰イオン交換樹脂の性能評価の為には前記イオン交換樹脂塔の代りに又は前記イオン交換樹脂塔と併用して前記ミニカラムを用いることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の陰イオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項 7】 前記イオン交換樹脂塔が、復水脱塩装置の復水脱塩塔であることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の陰イオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項 8】 イオン交換処理装置のイオン交換樹脂塔の入口水と出口水の無機態炭酸濃度を測定するモニタリング機構、該モニタリング機構によって測定された入口水と出口水の無機態炭酸濃度から前記イオン交換樹脂塔に使用されている陰イオン交換樹脂の無機態炭酸除去性能及び／又は M T C を算出する演算機構、算出された該陰イオン交換樹脂の無機態炭酸除去性能及び／又は M T C からその劣化度合を評価し、該陰イオン交換樹脂の交換時期、該陰イオン交換樹脂の寿命、採水可能量などを判定する判定機構を含むことを特徴とする陰イオン交換樹脂の性能評価装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載の陰イオン交換樹脂の性能評価装置が復水脱塩塔に併設されていることを特徴とする復水脱塩装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、陰イオン交換樹脂の性能評価方法及び装置並びに復水脱塩装置に関し、特に、火力発電所や原子力発電所において用いられる復水脱塩装置や一般純水製造装置等の各種水処理装置として使用されているイオン交換処理装置のイオン交換樹脂塔で用いられている陰イオン交換樹脂の性能評価方法及び性能評価装置、並びに、該性能評価装置を有する復水脱塩装置に関するものである。本明細書においては、火力発電所や原子力発電所の設備における循環水系中の復水脱塩装置を上記イオン交換処理装置の代表例として、該復水脱塩装置の復水脱塩塔に用いられる陰イオン交換樹脂を中心に説明する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

火力発電所や原子力発電所の設備では、発電タービンを駆動させた後の蒸気を海水等で冷却して復水とし、この復水を加熱して再び蒸気として発電タービンの駆動に利用し発電するサイクルを繰り返している。このサイクルで循環される系内の水は、各種の不純物イオンや酸化鉄微粒子（クラッド）等で汚染される。このため、復水は、ボイラー、蒸気発生器、原子炉等の腐食防止やスケール付着防止、作業員の被曝の原因となる放射能（特に、クラッド等を介して蓄積される）

低減の観点から高度に浄化する必要があり、かかる循環水系の途中では混床式復水脱塩装置、粉末イオン交換樹脂フィルター、中空糸フィルター等の各種復水浄化装置が単独或いは組み合わせて採用されている。また、上記循環系の冷却水として海水が利用されている場合は、この海水が復水中に漏洩する虞を全く無視することができない場合が多いので、この所謂海水リークが万一発生した場合にも不具合を招かない様にするフェイルセーフの一つとして、上記復水脱塩装置が重要な役割を担っている。

### 【 0 0 0 3 】

上記混床式復水脱塩装置は、通常、複数の復水脱塩塔（以下、「脱塩塔」と略す）からなる通水系統と、脱塩塔にて使用したイオン交換樹脂を再生する再生系統とからなる装置構成を有する。脱塩塔内には、一般に、H形又は $\text{NH}_4$ 形の強酸性陽イオン交換樹脂とOH形の強塩基性陰イオン交換樹脂が混合されて充填されている。

### 【 0 0 0 4 】

このような復水脱塩装置において下記のように復水の処理が行われる。即ち、復水脱塩装置において並列に配置された複数の脱塩塔に復水をそれぞれ並列に通水し、復水中に含まれるNaイオンやClイオン等の不純物イオンをイオン交換作用によって除去し、また、クラッド等の金属酸化物不純物は、濾過作用や物理吸着作用によって除去し、浄化された処理水を得る。このような復水脱塩装置において複数の脱塩塔が設けられているのは、経時的にイオン交換樹脂の性能が低下しても、装置の連続稼動を可能とする為である。即ち、復水脱塩装置で復水脱塩処理を連続的に行う際、一塔の脱塩塔はクラッドの蓄積によって圧力損失を招いたり、定体積処理量（一定水量を処理）に達したり、該脱塩塔内のイオン交換樹脂が不純物イオンで飽和するなどの結果、所謂通水終点に達する。復水脱塩装置が複数の脱塩塔を備えているので、通水終点に達した脱塩塔のみを通水系統から切り離して他の脱塩塔で通水を続行することができる。

### 【 0 0 0 5 】

切り離した脱塩塔内のイオン交換樹脂は、再生工程に入る。再生工程では、該脱塩塔のイオン交換樹脂を再生系統内の再生塔（再生設備）に移送し、再生処理

し、再生処理の終了したイオン交換樹脂は再び脱塩塔に戻して通水系統に復帰させる。再生工程では、イオン交換樹脂表面に付着したクラッド等の金属酸化物不純物をエアスクラビング (air scrubbing) により水洗除去する除去工程と、陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂とに分離する分離工程、更に、分離後、陽イオン交換樹脂には塩酸又は硫酸等の酸再生剤を通薬し、陰イオン交換樹脂には水酸化ナトリウム等のアルカリ再生剤を通薬し、それぞれ不純物イオンを脱着して両イオン交換樹脂を再生する脱着工程がある。再生方式としては、上層に陰イオン交換樹脂を、また、下層に陽イオン交換樹脂を比重差で分離して再生を行う一塔再生方式と、両イオン交換樹脂を比重差で分離して別々の再生塔においてそれぞれの再生を行う別塔再生方式がある。再生が終了したイオン交換樹脂は、通常は、貯槽に移し、別の脱塩塔内のイオン交換樹脂が通水終点に達するまでの間、待機させておく。該別の脱塩塔で通水終点に達したイオン交換樹脂を取り出し、代わりに待機中のイオン交換樹脂を該別の脱塩塔に移送し、陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂との混床として復水の処理に供される。ここで、陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂の混合は、予備的な事前混合と脱塩塔内での事後混合によって行い、混床とするのが通常である。なお、上記貯槽を備えずに、一脱塩塔からのイオン交換樹脂を再生処理し、再び元の脱塩塔に戻す方式もある。

#### 【0006】

上記の様な復水脱塩装置の脱塩性能、即ち、該装置により処理された処理水に要求される水質としては、ボイラー、蒸気発生器、原子炉等の腐食障害防止やスケール付着防止の観点から、近年益々高純度が要求される傾向にあり、例えば、Naイオン、Clイオン、SO<sub>4</sub>イオンについては、それぞれ0.1 μg/L (リットル、以下同様) 以下、望ましくは0.01 μg/L以下が目標とされている。上記の様な不純物は、通常、復水脱塩塔内のイオン交換樹脂にて捕捉されるが、イオン交換樹脂の性能が低下すると、この様な不純物が完全には捕捉されずにその一部が出口水中に漏出し、ボイラー、蒸気発生器、原子炉等に流入し、腐食物生成、スケール付着といった障害が起こる。一方、脱塩塔に使用されるイオン交換樹脂は、上述の様に再生処理により繰り返し使用することによって長期間使用していくと、劣化が進行し徐々にその性能が低下してくることは避けられず

、そのため、その劣化の進行状況を把握し、その交換時期を判断することが重要である。この的確な判断により、使用資材の有効利用を図ることができ、特に原子力発電所では廃棄物量の削減を達成できて極めて有益であり、また、これらを通じて復水脱塩系統の運用コストを低減できる。性能の低下傾向は陰イオン交換樹脂において特に顕著であり、この性能低下は、陰イオン交換樹脂の有機物等による汚染として説明できる。

## 【 0 0 0 7 】

最近の研究によれば、発電所の復水脱塩装置で使用されているイオン交換樹脂について、陽イオン交換樹脂の影響で、陰イオン交換樹脂の反応速度が低下することが明らかとなってきた。即ち、水中の  $\text{Fe}$  イオンや  $\text{Cu}$  イオンを吸着した陽イオン交換樹脂は、これらの重金属イオンの触媒作用と、水中の溶存酸素や空気中の酸素との接触により、極僅かではあるが酸化分解を受け、このため陽イオン交換樹脂の母体構造の一部であるスチレンスルホン酸のオリゴマーや低分子ポリマーからなる分解物が生成され、溶出したこれらの分解物が陰イオン交換樹脂の表面に吸着して汚染し、陰イオン交換樹脂の反応性を低下させる大きな一因となる。陰イオン交換樹脂の反応性が低下すると、陽イオン交換樹脂からの溶出物が陰イオン交換樹脂に捕捉されないで、復水脱塩装置により処理された処理水に残留し、ボイラー、蒸気発生器、原子炉等に流入し、高温下で熱分解して  $\text{CO}_2$  や  $\text{SO}_4^{2-}$  を生成するためにイオン量が増加し、また、復水器への海水の漏洩に対して対処できず、その結果、復水脱塩装置により処理された処理水の水質が低下してしまう。通常のイオン交換樹脂再生方法では、陰イオン交換樹脂からこれらの分解物は容易に脱離できず、このことが陰イオン交換樹脂の特に顕著な性能低下傾向の一因と考えられる。このようなことから、従来、発電所の安全管理上、特に陰イオン交換樹脂の性能評価が重視されており、その性能評価に反応速度試験を採用しているのが現状である。

## 【 0 0 0 8 】

また、陰イオン交換樹脂の反応速度に影響を与えるのは、陽イオン交換樹脂からの酸化劣化分解生成物以外に、発電所の定期検査時に使用する防錆剤、副資材等がある。定期検査後の起動時には、通常、復水脱塩装置に通水し、循環系統水



の浄化をしていくが、この場合、副資材等の不純物が循環系統の不純物として陰イオン交換樹脂を汚染し、反応速度が低下することが考えられる。実際に、定期検査後起動直後に陰イオン交換樹脂の反応速度が一時的に低下する現象が多々ある。

#### 【0009】

このような反応速度試験としては、PWR型原子力発電所や火力発電所の復水脱塩装置の脱塩塔の陰イオン交換樹脂に対しては、アンモニウムイオン（アンモニア水）と硫酸ナトリウムの所定濃度の水溶液を脱塩塔からサンプリングして再生した陰イオン交換樹脂と新品陽イオン交換樹脂の混床試験カラムに通水するMTC法（物質移動係数算出法）によって硫酸イオンの除去性能から反応速度（反応性）を測定し、陰イオン交換樹脂の性能評価が行われている。また、BWR型原子力発電所の復水脱塩装置の脱塩塔の陰イオン交換樹脂に対しては、サンプリングした陰イオン交換樹脂の単床でのSB法（シャローベッド脱塩率測定法）での評価が行われている。

#### 【0010】

上記のMTC法やSB法は、オフライン方式の手法であり、実機脱塩塔のイオン交換樹脂の再生時などのイオン交換樹脂移送時にイオン交換樹脂のサンプリングを行い、実験室等において再生処理などの前処理を施すなどの複雑な操作を行うので、反応性測定までの過程に数多くの手間と時間を要し、また、分析者の技術の差などにより測定値に差異が生じ易い。また、性能評価対象としている陰イオン交換樹脂サンプルは実機脱塩塔のイオン交換樹脂再生時などのイオン交換樹脂移送時に採取したものであり、実機脱塩塔からの採水初期の再生陰イオン交換樹脂の性能の評価は可能であるが、サイクル途中で実機水質の変動が生じた場合や、経時的な再生陰イオン交換樹脂への不純物蓄積負荷がある場合の該陰イオン交換樹脂の性能を充分評価し得るものではなく、また、その試験結果は実際に使用されている陰イオン交換樹脂の性能を正確に示しているとは言えない。

#### 【0011】

上記の様な発電所以外の一般の純水製造装置のイオン交換樹脂塔で使用されるイオン交換樹脂も同様で、通常、陽イオン交換樹脂と陰イオン交換樹脂の混床式

や複床式で使用され、一定量採水すると再生を行うのが一般的である。また、処理水の用途によっては、極めて高度に浄化された処理水が要求され、一定量採水後に、イオン交換樹脂の再生を行わずに新品のイオン交換樹脂に交換する場合もある。水質管理上、イオン交換樹脂の性能を健全に保つことや適切な交換が重要であるが、イオン交換樹脂の性能評価及び交換時期については、イオン交換樹脂塔出口水の比抵抗値で管理されているのが現状であり、陰イオン交換樹脂を精度良く性能評価するものではない。なお、純水製造装置等の一般の水処理装置のイオン交換処理装置においては、発電所の復水脱塩装置での現象とは逆に、陰イオン交換樹脂が陽イオン交換樹脂に影響を与え、陽イオン交換樹脂の反応速度が低下する現象も確認されている。

## 【 0 0 1 2 】

## 【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上述の様な従来技術の問題点を解決できる陰イオン交換樹脂の性能評価方法及び装置並びに復水脱塩装置を提供せんとするものである。

## 【 0 0 1 3 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は、イオン交換処理装置のイオン交換樹脂塔の出口水の無機態炭酸濃度を測定することにより、上記イオン交換樹脂塔に使用されている陰イオン交換樹脂の性能（反応性、劣化度合等）を評価することを特徴とする陰イオン交換樹脂の性能評価方法、および、イオン交換処理装置のイオン交換樹脂塔の入口水と出口水の無機態炭酸濃度を測定するモニタリング機構、該モニタリング機構によって測定された入口水と出口水の無機態炭酸濃度から上記イオン交換樹脂塔に使用されている陰イオン交換樹脂の無機態炭酸除去性能及び／又はMTCを算出する演算機構、算出された該陰イオン交換樹脂の無機態炭酸除去性能及び／又はMTCからその劣化度合を評価し、該陰イオン交換樹脂の交換時期、該陰イオン交換樹脂の寿命、採水可能量などを判定する判定機構を含むことを特徴とする陰イオン交換樹脂の性能評価装置、並びに、上述の陰イオン交換樹脂の性能評価装置が復水脱塩塔に併設されていることを特徴とする復水脱塩装置を提供するものである。ここで、「無機態炭酸」とは、炭酸イオン ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) と炭酸水素イオン

( $\text{HCO}_3^-$ )と遊離炭酸( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )とを合せて指称するものと定義し、従って、「無機態炭酸濃度」とは「炭酸イオン+炭酸水素イオン+遊離炭酸」を実質的に表す。なお、本発明の陰イオン交換樹脂の性能評価方法は、オンラインで少なくとも出口水の無機態炭酸濃度を連続的又は間欠的にモニタリングすることも可能なので、この無機態炭酸濃度の経時的変動からイオン交換樹脂の通水終点の予測や判断も或る程度可能であると考えられる。また、極めて高純度の処理水が要求されるためにイオン交換樹脂の再生無しに新品イオン交換樹脂に交換する場合においても、イオン交換樹脂の通水終点の予測や判断は、上述と同様に本発明の方法によって可能と考えられる。

## 【 0 0 1 4 】

PWR型原子力発電所における脱塩塔入口側の復水中には無機態炭酸が常時5～10  $\mu\text{g/L}$ 程度存在していると推定され、BWR型原子力発電所における脱塩塔入口側の復水中には無機態炭酸が常時3～5  $\mu\text{g/L}$ 程度存在していると推定され、火力発電所における脱塩塔入口側の復水中には無機態炭酸が数百～数千  $\mu\text{g/L}$ 存在しており、炭酸イオンや炭酸水素イオン等の無機態炭酸は復水脱塩装置の脱塩塔中の陰イオン交換樹脂によるイオン交換や吸着を受けて除去され、無機態炭酸は陰イオン交換樹脂へ負荷される。この様に、復水中の無機態炭酸濃度は塩化物イオンや硫酸イオン等の他の陰イオン濃度に比べて比較的高いので、脱塩塔の入口水の無機態炭酸濃度が比較的一定している場合は、少なくとも脱塩塔の出口水の無機態炭酸濃度を直接測定することにより、陰イオン交換樹脂の無機態炭酸除去性能を評価することが可能であり、この除去性能から陰イオン交換樹脂の反応性や劣化度合等の性能評価が可能であることを本発明者等は知見し、本発明を完成するに至った。脱塩塔の出口水の無機態炭酸濃度測定に加えて脱塩塔の入口水の無機態炭酸濃度も測定して、陰イオン交換樹脂の性能評価を行えば、より正確な性能評価を行うことができるのは勿論のことであり、この場合は脱塩塔の入口水の無機態炭酸濃度が変動する時も陰イオン交換樹脂の性能評価を充分に行える。無機態炭酸濃度の測定は、連続的に行っても間欠的に行ってもよく、場合によっては陰イオン交換樹脂の許容できない反応性低下が予測される時期に近づいた時点から測定を行ってもよい。無機態炭酸濃度の測定の為には脱塩塔

等のイオン交換樹脂塔の出口部に、更に必要に応じて入口部に、無機態炭酸濃度測定計器を設置すればよい。以上のことは一般の純水製造装置のイオン交換樹脂塔でも同様であり、例えば、複床式の純水製造装置の場合などは陰イオン交換樹脂塔でも同様である。この様に、本発明においては、オンライン方式でも復水脱塩装置の採水時に無機態炭酸濃度の測定を連続的にも間欠的にも行うことができ、脱塩塔中の陰イオン交換樹脂の性能（反応性や劣化度合等）を評価できる。更に望ましくは、脱塩塔の入口水及び出口水の無機態炭酸濃度の測定値に基づいて無機態炭酸に対する物質移動係数MTC（mass transfer coefficient）を連続的又は間欠的に算出し、再生無し交換の場合などには現在使用中の陰イオン交換樹脂、再生を繰り返す場合は再生された陰イオン交換樹脂の動的性能と劣化度合を経時的に監視及び／又は評価することもでき、陰イオン交換樹脂の交換時期や寿命、更には採水可能量を判定することもできる。これは、後述する様に、本発明のオンライン方式による無機態炭酸に対するMTCと上記従来技術で用いられてきたオフライン方式による塩化物イオンや硫酸イオンに対するMTCとが高い相関関係を有するという本発明者等の新しい知見に基づいている。なお、本発明によるMTC測定に対比して、従来法のMTC値測定では、特別な性能評価水（例えば、アンモニア+硫酸ナトリウム水溶液）を用いる必要があり、これを実機イオン交換樹脂塔に通水することはできず、イオン交換樹脂サンプリングを行って数日程度の時間をかけてMTC値測定する必要があるという欠点がある。

## 【0015】

MTCは、イオン交換樹脂のイオン交換反応速度（反応性）を示す指標数値であり、樹脂のイオン交換能力（性能）を直接的に表す。ここで、イオン交換樹脂塔の入口水及び出口水の無機態炭酸濃度測定値からMTC値を算出するには、下記の式（1）を用いる。なお、オフライン方式の従来法における硫酸イオンや塩化物イオンに対するMTCは、式（1）でCとC<sub>0</sub>がそれぞれ「無機態炭酸濃度」の代りに試験カラムの入口水及び出口水の「硫酸イオン濃度」又は「塩化物イオン濃度」となるだけである。

## 【0016】

【数 1】

$$K = \frac{V}{6(1-\epsilon) \cdot Z \cdot A \cdot R} \cdot d m \cdot (\ln C_0 / C) \quad (1)$$

但し、式(1)において、

K : 物質移動係数 MTC (m / s e c)

C : 入口水の無機態炭酸濃度

C<sub>O</sub> : 出口水の無機態炭酸濃度

ε : イオン交換樹脂層の空隙率

Z : イオン交換樹脂層高 (m)

A : イオン交換樹脂層断面積 (m<sup>2</sup>)

R : イオン交換樹脂層中の陰イオン交換樹脂比率 (体積分率)

V : 通水流速 (m<sup>3</sup> / s e c)

d m : イオン交換樹脂粒径 (m)

【0 0 1 7】

本発明で測定する無機態炭酸濃度と比べて、実機復水脱塩装置における脱塩塔入口側の復水中の塩化物イオン濃度や硫酸イオン濃度は、例えば、前者が約 0. 2 μg / L 以下、後者が約 0. 1 μg / L 以下と極めて低い濃度であり、これらの極低濃度の塩化物イオンや硫酸イオンを測定するには、高価なイオンクロマト分析装置によるインライン測定が必要となる (特開平 4 - 2 2 0 5 6 2 号公報)。更に、復水中の塩化物イオン濃度や硫酸イオン濃度が極めて低いために、仮に脱塩塔内に充填されている陰イオン交換樹脂の性能が全く劣化していなくとも入口水と出口水とでこれらの不純物イオン濃度には殆ど差がなく、従って、仮に高価なイオンクロマト分析装置を用いて本発明におけると同様なオンライン方式で測定したとしても、その測定情報から使用されている陰イオン交換樹脂の反応性や劣化度合を評価することは困難である。なお、イオンクロマト分析装置では無機態炭酸濃度を測定することはできない。上記イオンクロマト分析装置によるイオン濃度測定の代りに、比較的安価な導電率計を用いて塩化物イオンや硫酸イオ

ンの濃度を導電率で検出しようとする、導電率検出可能な塩化物イオンや硫酸イオンの濃度は $2 \sim 3 \mu\text{g/L}$ 以上であるため、脱塩塔の塩化物イオンや硫酸イオンの除去性能（MTCを含めて考える）を評価するには、性能評価水である復水中に数百 $\mu\text{g/L}$ 以上の塩化物イオンや硫酸イオンを注入して脱塩塔入口水とする必要があり、これを行うと実機脱塩塔の復水の水質を悪化させてしまう。これを避けるには、実機脱塩塔から再生時などに陰イオン交換樹脂をサンプリングして、実験室などで塩化物イオンや硫酸イオン濃度の高い性能評価水を通水するオフライン方式を採らざるを得ない。これに対して、脱塩塔入口側の復水中の無機態炭酸濃度は、前述の如く、上記塩化物イオンや硫酸イオン濃度に比べて著しく高いので、陰イオン交換樹脂の性能が低下してくるとそれに伴って出口水中の無機態炭酸濃度が高くなり、従って、陰イオン交換樹脂の性能評価の指標として最適である。このことから本発明に従い無機態炭酸濃度を測定することの利点が理解できよう。

## 【0018】

上述の様に、本発明においては、性能評価水として復水などのイオン交換処理装置の被処理水をそのまま脱塩塔等のイオン交換樹脂塔に通水して、陰イオン交換樹脂の性能評価などを行うことができるのは勿論であるが、脱塩塔等のイオン交換樹脂塔の入口水の無機態炭酸濃度が高い方がより正確なMTC値が得られるのも当然のことであり、従って、性能評価水の種類などにもよるが、少なくとも測定時に（連続的でもよい）入口水に外部から炭酸ガスや炭酸水を注入して入口水の上記濃度を高めるようにしてもよい。炭酸ガスや炭酸水の注入により出口水中の無機態炭酸の量は多少増加するかも知れないが、無機態炭酸は塩化物イオンや硫酸イオンと違って脱塩塔等のイオン交換樹脂塔からの漏出量が多少増加しても配管や機器系統に悪影響を与える虞は少なく、また、火力発電所やPWR型原子力発電所の場合は、復水脱塩装置の後段であってボイラー又は蒸気発生器の手前に、通常、脱気器が付設されており、復水脱塩装置からの出口水中の炭酸はボイラー又は蒸気発生器に入る前に該脱気器により除去されるので、特に問題とならない。

## 【0019】

本発明においては、脱塩塔等の水処理に実際に使用されているイオン交換樹脂塔の少なくとも出口水の無機態炭酸濃度を測定することで十分に本発明の目的を達成することができるが、イオン交換樹脂塔の入口水を採取でき、且つ、実際に使用されているイオン交換樹脂塔（以下、「実機イオン交換樹脂塔」と言う）のイオン交換樹脂層高（通常、0.6～1.2 m程度）より低い層高、好ましくは実機イオン交換樹脂塔のイオン交換樹脂層高の $1/2$ 以下の層高、より好ましくは $1/10 \sim 1/3$ 程度の層高に実機イオン交換樹脂塔に用いているものと同一のイオン交換樹脂を充填したミニカラムを、例えば、サンプリングラックなどに設置し、該ミニカラムの入口から該イオン交換樹脂塔の入口水の一部を通水する様にして、陰イオン交換樹脂の性能評価の為には上記イオン交換樹脂塔の代りに又は上記イオン交換樹脂塔と併用して上記ミニカラムを用いるようにしてもよい。このようにすると、上記ミニカラムでは、イオン交換樹脂の層高が実機イオン交換樹脂塔のイオン交換樹脂層高より低いので、漏出する炭酸イオンや炭酸水素イオン等の無機態炭酸の量も実機イオン交換樹脂塔の場合より多くなり、陰イオン交換樹脂の性能評価やMTC値算出などの精度が向上する。イオン交換樹脂塔とミニカラムの併用の場合は、通常は片方を用いて陰イオン交換樹脂の性能評価やMTC値算出などを行い、必要時に他方を用いることなども可能である。

#### 【0020】

本発明により性能評価をする陰イオン交換樹脂は、脱塩塔等の混床式のイオン交換樹脂塔中の陰イオン交換樹脂に限られず、例えば、一般の純水製造装置等の複床式のイオン交換処理装置の陰イオン交換樹脂塔中の陰イオン交換樹脂であってもよいのは勿論である。陰イオン交換樹脂の交換時期や寿命、更には採水可能量を判定するに当たっては、通常の復水脱塩装置の脱塩塔で用いられる陰イオン交換樹脂の如く再生を繰り返して陰イオン交換樹脂を用いる場合は、再生された陰イオン交換樹脂について本発明を適用するのが通常であるが、これに限られず、再生から次の再生に至るまでのサイクル途中のデータに基づいて判定され得ることも期待される。一方、極めて高純度の処理水が要求されるためにイオン交換樹脂の再生無しに予めイオン形を調整した新品イオン交換樹脂に交換する様な特殊の復水脱塩装置や純水製造装置のイオン交換樹脂塔で用いられる陰イオン交換

樹脂の如き場合には、使用中の陰イオン交換樹脂の経時的な性能評価を本発明に従って行い、陰イオン交換樹脂の交換時期や寿命、更には採水可能量を判定することができる。

#### 【 0 0 2 1 】

無機態炭酸濃度測定計器としては、無機態炭酸濃度を測定できる限り如何なる計器であってもよいが、ガス透過膜併用電気伝導率センサーを用いるのが特に好ましい。次に、ガス透過膜併用電気伝導率センサーの構造と測定原理を簡単に説明する。

#### 【 0 0 2 2 】

ガス透過膜併用電気伝導率センサーは、サンプル水ラインとは別に脱イオン水ラインを内蔵し、サンプル水と脱イオン水がガス透過膜を挟んで接触する構造のメンブレンモジュールを有している。ここで用いるガス透過膜は、二酸化炭素やその他のガスは透過させるが、イオン成分や有機物質は透過させない。脱イオン水の出口部分には、電気伝導率及び温度を測定するセル及び電磁弁がある。各測定を開始するたびに、新鮮な脱イオン水がメンブレンモジュールに供給され、出口の電磁弁が閉じられ、脱イオン水はガス透過膜の表面付近に閉じ込められる。一方、磷酸を添加してpHを4以下に調整されたサンプル水がメンブレンモジュールのサンプル側、即ち、ガス透過膜を挟んで脱イオン水と反対側の表面を連続的に流れている。サンプル水は酸性側pHに調整されているので水中の炭酸水素イオンと炭酸イオンは遊離炭酸( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )の形態になっている。ガス透過膜を挟んだ反対側に炭酸を全く含まない脱イオン水が閉じ込められているので、サンプル水中の炭酸は二酸化炭素の形態でガス透過膜を透過し脱イオン水側に移動し、ついには(約5分後)サンプル水と脱イオン水の炭酸濃度が平衡に達する。平衡に達したら電磁弁が開き、炭酸を吸収した脱イオン水が電気伝導率及び温度測定セルに押出される。他にイオン成分が存在しないと、水中の炭酸濃度(二酸化炭素濃度)と電気伝導率は温度の関数である解離平衡定数で表される関数であるので、温度と電気伝導率を測定すれば二酸化炭素濃度が算出できる。上述のことより明らかな様に、このセンサーではガス透過膜で二酸化炭素以外のイオン成分の影響を回避しているので、塩化物イオンや硫酸イオン等の他のイオン成分が



含まれるサンプル水であっても精度良く無機態炭酸濃度を測定できる。

#### 【 0 0 2 3 】

このガス透過膜併用電気伝導率センサーを用いれば、性能評価水に薬注することなく、PWR型やBWR型原子力発電所などの復水（復水脱塩装置の脱塩塔入口水や出口水など）中の無機態炭酸濃度の直接測定が可能であり、陰イオン交換樹脂の性能の評価が可能で、脱塩塔等のイオン交換樹脂塔自体でのMTC値算出にも利用できる。

#### 【 0 0 2 4 】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態をより具体的に説明するが、本発明はこれらの実施の形態に限定されるものではない。

#### 【 0 0 2 5 】

硫酸イオンと無機態炭酸に対する実測MTC値の相関を下記の表1に示す。表1は、後述の実施例1の表3をもとにして作成したもので、表1の「実機使用樹脂①」は或る復水脱塩装置の実機脱塩塔で約半年間使用した陰イオン交換樹脂、「実機使用樹脂②」は実機脱塩塔で約2年5ヶ月使用した陰イオン交換樹脂である。硫酸イオンに対する実測MTC値は実験室で300 $\mu$ g/L程度の硫酸イオン濃度の性能評価水を試験カラムに通水する従来法に従って実測した入口水硫酸イオン濃度と出口水硫酸イオン濃度を用いて算出したもので、表1における「新品樹脂」に対する実測MTC値は新品樹脂をそのまま試験した結果であり、各実機使用樹脂に対する実測MTC値はそれぞれ上記復水脱塩装置の脱塩塔からイオン交換樹脂をサンプリングしてきて再生処理した後に試験した結果である。これに対して、表1における無機態炭酸に対する実測MTC値は、同じ復水脱塩装置の脱塩塔の入口水と出口水そのものについてガス透過膜併用電気伝導率センサーで無機態炭酸濃度を測定して算出したMTC値である。従って、通水流速LV、イオン交換樹脂層高等の試験条件が硫酸イオンの場合と無機態炭酸の場合で異なるため、それぞれのMTC値の新品陰イオン交換樹脂を用いた時の値を基準とした「対新品時割合」を表1に併記した。表1の「対新品時割合」について硫酸イオンと無機態炭酸のデータを比較すれば、極めて高い一致を見ることができる。

【0026】

【表1】

	硫酸イオン		無機炭酸	
	MTC ( $\times 10^{-4}$ m/sec)	対新品 時割合	MTC ( $\times 10^{-4}$ m/sec)	対新品 時割合
新品樹脂	2.00	1	1.20	1
実機使用樹脂①	1.80	0.90	1.11	0.92
実機使用樹脂②	1.05	0.53	0.61	0.50

【0027】

図1と図2は、前記表1をもとにして作成した再生された陰イオン交換樹脂の使用期間と動的性能（MTC値）の関係を示す図であり、図1は従来法による硫酸イオンに対するMTCと実機使用期間との関係を示すグラフ図であり、図2は本発明による実機脱塩塔を用いての無機炭酸に対するMTCと実機使用期間との関係を示すグラフ図であるが、図2の縦軸を陰イオン交換樹脂の新品時を1とするMTCの対新品時割合として表した。図1と図2を比較すれば、縦軸の単位が異なるもののこれを除けば両グラフの線が極めて高い一致性をもって変動していることが分かるであろう。

【0028】

上述の様に、一般に、陰イオン交換樹脂のMTC値の低下は樹脂表面の汚染により生じる。従って、例えば、MTC値を陰イオン交換樹脂の汚染状況（劣化度合）に応じて4段階に区分し、イオン交換樹脂の汚染状況と実機イオン交換樹脂塔での水質状況を知るための指針とすることができる。通常、新品の陰イオン交換樹脂の硫酸イオンに対するMTC値は、 $2.0 (\times 10^{-4} \text{ m/sec})$ 程度で、脱塩塔の陰イオン交換樹脂の交換時期の目安としては、従来、再生された陰イオン交換樹脂の硫酸イオンに対するMTCが $1.0 (\times 10^{-4} \text{ m/sec})$ 程度となった時としており、これを無機炭酸に対するMTC（対新品時割合）に当て嵌めて判断すればよい。但し、どの程度汚染した時点で陰イオン交換樹脂

を交換するかは、装置の運転状況や処理水の水質の要求性能により変化するので、個別具体的に判断されるべきものである。下記の表 2 は、上記の様な関係を示す実機脱塩塔に使用の再生された陰イオン交換樹脂の性能を示唆する M T C 値区分表である。

【 0 0 2 9 】

【表 2】

従来法 硫酸イオン		本発明 無機炭酸	陰イオン 交換樹脂 汚染状況	実機水質
MTC 値 ( $\times 10^{-4}$ m/sec)	MTC 値 対新品時割合	MTC 値 対新品時割合		
1.5 以上	0.75 以上	0.75 以上	正常	正常な水質
1.0~1.5	0.5~0.75	0.5~0.75	汚染と再生 での脱離の 競合状態	硫酸イオン濃度 上昇
0.5~1.0	0.25~0.5	0.25~0.5	慢性的な 汚染状態	頻繁に 水質悪化 発生
0.5 以下	0.25 以下	0.25 以下	完全な 汚染状態	高い イオンレベル

【 0 0 3 0 】

この M T C 値区分表（表 2）を陰イオン交換樹脂の劣化段階を判断する基準として利用し、陰イオン交換樹脂の交換スケジュールの策定、陰イオン交換樹脂の発注や交換作業の開始などを実施でき、工業的な実用性に優れている。

【 0 0 3 1 】

次に、本発明の復水脱塩装置の構成を示す概略部分説明図である図 3 を参照しつつ、本発明をより具体的に説明する。この装置においては、四塔の脱塩塔が並列に配置されているが、図 3 では三塔の脱塩塔を描くのを省略して、一塔の脱塩塔 1 のみが描かれている。また、図 3 では復水脱塩装置の通水系統のみ描かれているが、復水脱塩装置が再生系統や樹脂移送配管を含むのは勿論である。また、

脱塩塔 1 の上流側と下流側の配管には弁が介設されているが、これらの図示も省略されている。脱塩塔 1 の入口付近と出口付近の配管にはそれぞれガス透過膜併用電気伝導率センサー 2 a と 2 b が付設されている。このガス透過膜併用電気伝導率センサー 2 a と 2 b から破線で示される配線を経由して、例えば、コンピューター内の記録部 3 に入口水と出口水の無機態炭酸濃度についての測定データが記録される。これらの測定データから脱塩塔 1 中の陰イオン交換樹脂の無機態炭酸除去性能及び／又は M T C を演算部 4 で算出する。ここで、前記「無機態炭酸除去性能」としては、具体的には、例えば、入口水の無機態炭酸濃度 ( $C_{in}$ ) に対する出口水の無機態炭酸濃度 ( $C_{out}$ ) の割合 ( $C_{out}/C_{in}$ : 無機態炭酸の漏出率) あるいは入口水及び出口水の無機態炭酸濃度の差を入口水の無機態炭酸濃度で除した値 [ $(C_{in}-C_{out})/C_{in}$ : 無機態炭酸の除去率] を用いることができる。入口水と出口水の無機態炭酸濃度測定値、これらから算出された無機態炭酸除去性能及び／又は M T C 値、必要に応じて更に表 2 の M T C 値区分表における「陰イオン交換樹脂汚染状況」や「実機水質」の如き表示、あるいは「陰イオン交換樹脂の交換時期」、「陰イオン交換樹脂の寿命」、「採水可能量」、更にはこれらに基づく対応策などの各種管理情報を表示部 5 において表示する。これらの記録部 3、演算部 4 及び表示部 5 は一つのコンピューターに内蔵させるのが通常で好都合であるが、これに限られるものではない。本発明の陰イオン交換樹脂の性能評価装置における「入口水と出口水の無機態炭酸濃度を測定するモニタリング機構」、「陰イオン交換樹脂の無機態炭酸除去性能及び／又は M T C を算出する演算機構」及び「陰イオン交換樹脂の交換時期、陰イオン交換樹脂の寿命、採水可能量などを判定する判定機構」は図 3 において明確に区別できるものではないが、ガス透過膜併用電気伝導率センサー 2 a、2 b と記録部 3 とそれらを結ぶ配線が主に「モニタリング機構」を構成し、演算部 4 が主に「演算機構」を構成し、演算部 4 と表示部 5 が主に「判定機構」を構成すると考えればよい。

### 【 0 0 3 2 】

図 3 には、本願請求項 6 に相当するミニカラム及びその周辺機器も描かれているが、これらは必須の構成要素ではなく、これら無くしても本発明の目的を達成

することができるのは上述の説明から明らかであろう。逆に、ガス透過膜併用電気伝導率センサー 2 a、2 b や記録部 3、演算部 4 及び表示部 5 などを省略して、ミニカラム及びその周辺機器のみでも本発明の目的を達成できる。前述した様に、ミニカラム 6 は、配管を通じて弁 7 と流量計 8 を介して脱塩塔 1 の入口水の一部を採取でき、且つ、実機脱塩塔のイオン交換樹脂層高より低い層高、好ましくは実機脱塩塔のイオン交換樹脂層高の  $1/2$  以下の層高に実機脱塩塔に用いているものと同一のイオン交換樹脂を充填されたもので、ミニカラムに通水された出口水の無機態炭酸濃度は一般に実機脱塩塔 1 の出口水の無機態炭酸濃度よりも高く、そのために、ガス透過膜併用電気伝導率センサー 9 a と 9 b、記録部 1 1、演算部 1 2 を用いて得られた陰イオン交換樹脂の無機態炭酸除去性能及び／又は MTC などは精度のより高いものとなる。表示部 1 3 には脱塩塔 1 について述べたと同様の各種管理情報を表示することができる。ミニカラム 6 からの出口水はガス透過膜併用電気伝導率センサー 9 b と弁 1 0 を経由して排水口へと送られる。

#### 【 0 0 3 3 】

なお、本発明の復水脱塩装置では、既知の手段を併用することもできる。例えば、各脱塩塔の下流や各脱塩塔からの処理水の合流する配管に酸導電率計を付設し、これにより通常運転時の万一のイオンリークを検出する様に構成することができる。また、復水流入配管に分岐した配管を設け、この分岐配管に開閉弁と導電率計を付設して、開閉弁を間欠的に開いて復水を導電率計で計測し、これにより万一の海水リークを検出する様に構成することもできる。

#### 【 0 0 3 4 】

なお、陰イオン交換樹脂の交換時期の判断や予測は、例えば、次の様にして行うことが可能である。再生処理毎に測定される無機態炭酸に対する MTC 値の変化を、MTC と時間（日数）の関係でプロットすると、これらの関係は一般的には勾配が一定の一次関数となるのが普通であり、従って、実機脱塩塔に用いるには限界となるイオン交換能力の MTC 値を予め定めた交換時期の閾値とし、あるいはその閾値に近づいて交換準備の必要が生じる別の閾値を設定し、これとの比較により交換時期の判断や予測が可能となる。また、次の再生時までの採水可能

量については、例えば、実機脱塩塔について蓄積したデータに基づき、或る程度一定した水質の脱塩塔入口水の場合は、どの程度の量の処理水が採水可能かを再生処理後の採水初期の陰イオン交換樹脂の無機態炭酸に対するMTC値から判断することが可能で、陰イオン交換樹脂の寿命に達するまでの採水可能量については、MTC値から予測寿命を判断すれば同様に可能である。また、本発明の復水脱塩装置では、少なくとも脱塩塔の出口水の無機態炭酸濃度を連続的又は間欠的にモニタリングして、その経時的変動から通水終点の予測や判断も或る程度可能であると考えられる。

【0035】

【実施例】

以下の実施例により本発明を更に具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0036】

実施例1

或る原子力発電所の復水脱塩装置の脱塩塔の入口水と出口水の無機態炭酸濃度をガス透過膜併用電気伝導率センサーで測定し、新品陰イオン交換樹脂（樹脂交換により、新品陰イオン交換樹脂を充填して運転を開始した直後の実機脱塩塔の樹脂）とそれと同一種類の陰イオン交換樹脂を実機脱塩塔に充填して約半年使用した後に再生された実機使用樹脂①と同じく約2年5ヶ月使用した後に再生された実機使用樹脂②についての無機態炭酸に対するMTC値とその対新品時割合を求めた。その際の幾つかの測定条件は下記の通りであった。その結果を下記の表3に示す。

- (1) 脱塩塔中のイオン交換樹脂層高：1.2 m
- (2) 再生陽イオン交換樹脂／再生陰イオン交換樹脂比：2／1
- (3) 脱塩塔への通水流速LV：110 m／hr
- (4) 水温：40℃
- (5) 入口水の各種イオン成分濃度： $\text{NH}_4^+$ は540  $\mu\text{g}/\text{L}$ 、 $\text{N}_2\text{H}_5^+$ は250  $\mu\text{g}/\text{L}$

【0037】

比較のために、上記と同じ陰イオン交換樹脂をサンプリングして新品陽イオン交換樹脂と混合して試験カラムに充填し、硫酸イオンに対するMTC値とその対新品時割合を従来法に従って求めた。その際の幾つかの測定条件は下記の通りであった。その結果を下記の表3に示す。

- (1) 試験カラム中のイオン交換樹脂層高：40cm
- (2) 新品陽イオン交換樹脂／再生陰イオン交換樹脂比：2／1
- (3) 試験カラムへの通水流速LV：110m／hr
- (4) 入口水の硫酸イオン濃度：300 $\mu$ g／L

【0038】

【表3】

		新品	実機使用樹脂①	実機使用樹脂②
無機態炭酸	入口水濃度 ( $\mu$ g/L)	7.5	7.4	7.1
	出口水濃度 ( $\mu$ g/L)	0.006	0.011	0.200
	除去率 (%)	99.92	99.85	97.18
	MTC $\times 10^{-4}$ (m/sec)	1.20	1.11	0.61
	対新品時割合	1.00	0.92	0.50
硫酸イオン	MTC $\times 10^{-4}$ (m/sec)	2.00	1.80	1.05
	対新品時割合	1.00	0.90	0.53

【0039】

表3に示す様な無機態炭酸と硫酸イオンに対するMTC値とその対新品時割合の相関関係を予め調べておけば、オフライン方式の従来法を用いなくても、オンライン方式の本発明方法で実機脱塩塔の入口水と出口水をそのまま用いて簡単に再生された陰イオン交換樹脂の反応速度（反応性）を知ることができ、その交換時期などを簡単に予測及び／又は判断できることが分かる。なお、実機脱塩塔についての適当な検量線（例えば、硫酸イオンと無機態炭酸に対するMTC値及び

／又はその対新品時割合の検量線）を予め作成しておくことも有益であろう。また、表 3 中の無機態炭酸の除去率に見ることができる様に、該除去率は当然のことながら陰イオン交換樹脂の性能が劣化するにしたがって低下しているから、上記 M T C 値を用いる代りに無機態炭酸の除去率を用いて陰イオン交換樹脂の劣化度合や交換時期等を判断することも可能である。

【 0 0 4 0 】

【発明の効果】

本発明によれば、復水脱塩装置の脱塩塔等のイオン交換樹脂塔の出口水の無機態炭酸濃度、必要に応じて更に入口水の無機態炭酸濃度を直接測定して陰イオン交換樹脂の性能評価を行うことができるため、実機運転状況に即した陰イオン交換樹脂の性能評価が可能であり、脱塩塔等のイオン交換樹脂塔からのイオン交換樹脂の再生時などのサンプリングの必要も無い。従来法による硫酸イオンに対する M T C 値と本発明による無機態炭酸に対する M T C 値に相関関係があるため、必要に応じて無機態炭酸に対する M T C を算出して、上記相関関係を利用して陰イオン交換樹脂の交換時期、陰イオン交換樹脂の寿命、採水可能量などを極めて簡易且つ容易に判定することができる。また、無機態炭酸濃度のオンラインの連続的又は間欠的モニタリングにより、測定精度の向上を図ることもでき、この場合はデータ量も増大し、信頼性の高い陰イオン交換樹脂の経時的な性能評価も可能となる。

【 0 0 4 1 】

本発明によれば、従来技術の場合の様な脱塩塔等のイオン交換樹脂塔からのイオン交換樹脂のサンプリング、前処理、試験操作、分析操作などの複雑な工程を経なくても、陰イオン交換樹脂の反応性の測定ができ、反応性測定試験手法の簡素化を図ることができる。しかも、従来技術と違って、分析者の技術差による測定値のばらつきを無くすこともできる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

図 1 は、或る復水脱塩装置の実機脱塩塔に使用の再生陰イオン交換樹脂の使用期間と動的性能（従来法による硫酸イオンに対する M T C 値）の関係を示すグラ



フ図である。

【図 2】

図 2 は、図 1 と同じ復水脱塩装置の実機脱塩塔に使用の再生陰イオン交換樹脂の使用期間と動的性能（本発明の方法による陰イオン交換樹脂の新品時を 1 とする無機態炭酸に対する M T C の対新品時割合として表した値）の関係を示すグラフ図である。

【図 3】

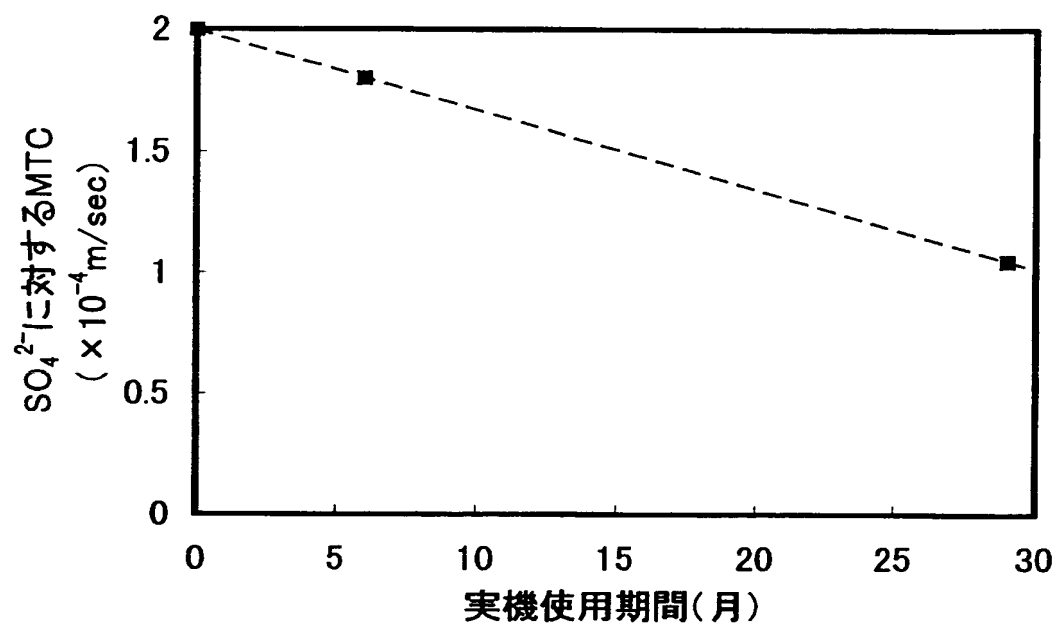
図 3 は、本発明の復水脱塩装置の構成を示す概略部分説明図である。

【符号の説明】

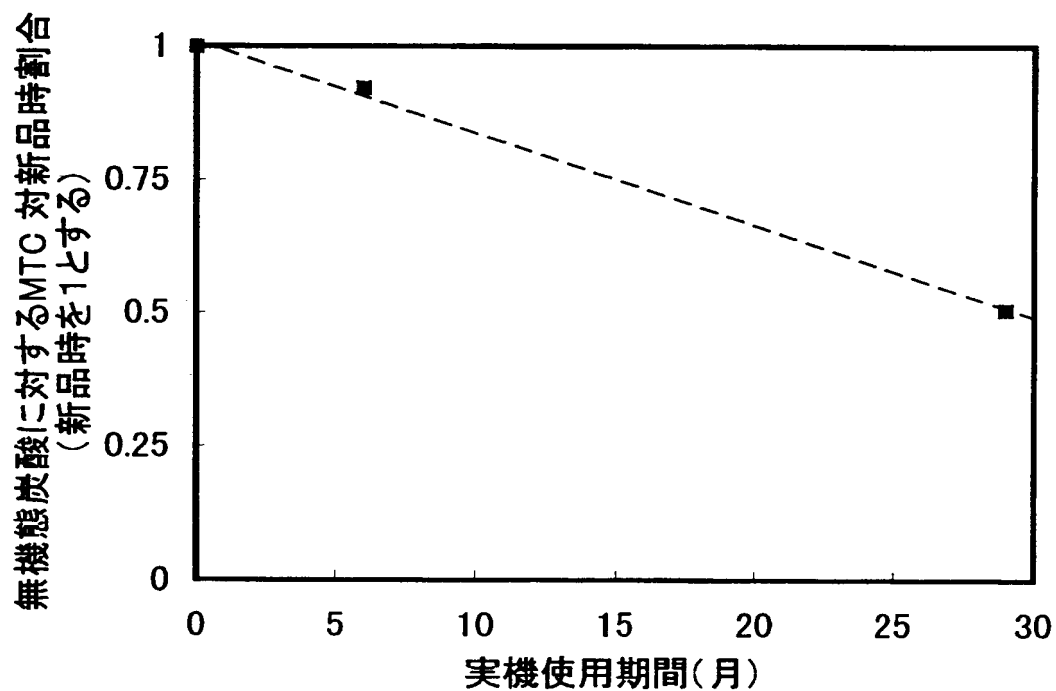
- 1 脱塩塔
- 2 a、2 b、9 a、9 b ガス透過膜併用電気伝導率センサー
- 3、1 1 記録部
- 4、1 2 演算部
- 5、1 3 表示部
- 6 ミニカラム
- 7、1 0 弁
- 8 流量計

【書類名】 図面

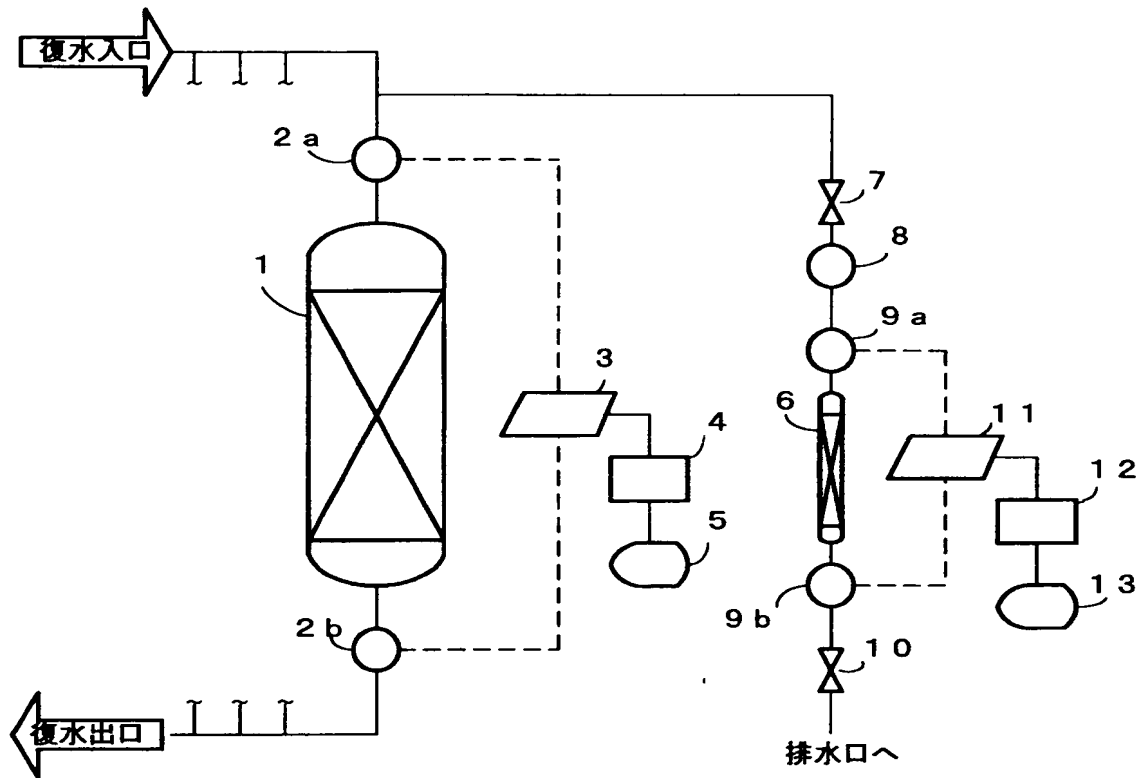
【図 1】



【図 2】



【図3】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 オンラインでも陰イオン交換樹脂の性能評価が可能な簡易な性能評価方法及び装置並びに復水脱塩装置を提供する。

【解決手段】 復水脱塩装置等のイオン交換処理装置のイオン交換樹脂塔（脱塩塔等）の入口水と出口水の無機態炭酸濃度をオンライン測定することにより、陰イオン交換樹脂の性能を評価する。更に無機態炭酸に対するMTC（物質移動係数）を算出し、陰イオン交換樹脂の動的性能及び／又は劣化度合を評価する。上記MTCより陰イオン交換樹脂の劣化度合を評価し、陰イオン交換樹脂の交換時期、陰イオン交換樹脂の寿命、採水可能量なども判定する。

【選択図】 図3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004400]

1. 変更年月日 1997年10月24日  
[変更理由] 住所変更  
住 所 東京都江東区新砂1丁目2番8号  
氏 名 オルガノ株式会社